







# **DEVICE AND METHOD FOR HUMIDIFYING A FUEL CELL MEMBRANE AND FUEL CELL**

**Patent number:** WO0063990  
**Publication date:** 2000-10-26  
**Inventor:** HERDEG WOLFGANG (DE); KLOS HOLGER (DE); SATTLER MARTIN (DE); HESS SABINE (DE); WILHELM HANS-DIETER (DE); HABRICH JUERGEN (DE); ECK KARL (DE); KEUTZ MARKUS (DE); ZAPP THOMAS (DE)  
**Applicant:** MANNESMANN AG (DE); HERDEG WOLFGANG (DE); KLOS HOLGER (DE); SATTLER MARTIN (DE); HESS SABINE (DE); WILHELM HANS DIETER (DE); HABRICH JUERGEN (DE); ECK KARL (DE); KEUTZ MARKUS (DE); ZAPP THOMAS (DE)  
**Classification:**  
- international: H01M8/00  
- european: H01M8/04C2E  
**Application number:** WO2000DE01299 20000419  
**Priority number(s):** DE19991018849 19990419

**Also published as:**

 WO0063990 (A3)  
 DE19918849 (A1)

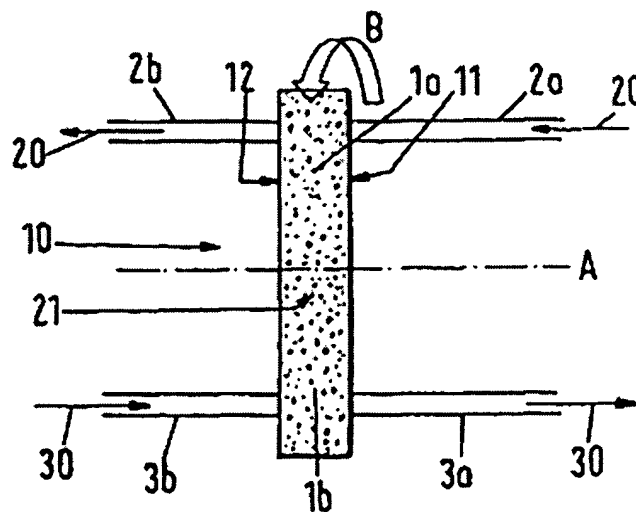
**Cited documents:**

 WO9928985  
 EP1022796  
 WO9905741  
 WO0016425

Report a data error here

**Abstract of WO0063990**

The invention relates to a humidification exchanger (1) for a fuel cell. Said exchanger is coupled to the cathode exhaust gas flow and the gas supply flow of a fuel cell. Heat and humidity from the cathode exhaust gas flow (20) are received in an accumulator material (21) and are conveyed to the gas supply flow (30) of the fuel cell by virtue of sorption. The accumulator material (21) is alternately contacted by the cathode exhaust gas flow (20) and the gas or surrounding air supply flow (30). The humidification exchanger is configured as a sorption wheel (10). Humidity is transmitted by means of rotation of the sorption wheel (10). The accumulator material (21) is a humidity-absorbing granulated material. The unit of membrane and electrodes pertaining to the fuel cell is protected against drying-out by withdrawing the humidity from the outgoing air of the cathode (20) and by humidifying the supplied air (30).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 199 18 849 C 2

⑤ Int. Cl. 7:  
H 01 M 8/04  
H 01 M 8/06  
F 24 H 8/00

⑲ Aktenzeichen: 199 18 849.1-45  
⑳ Anmeldetag: 19. 4. 1999  
㉑ Offenlegungstag: 26. 10. 2000  
㉒ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 30. 4. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

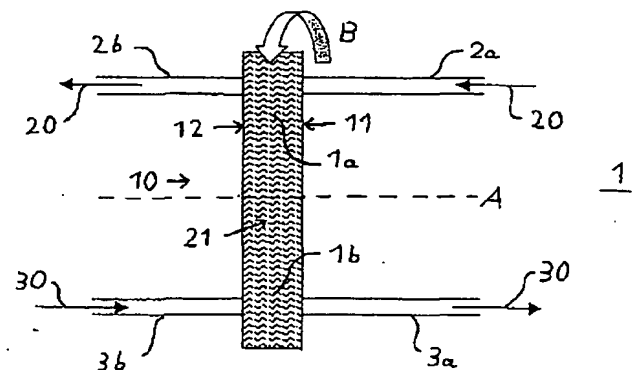
⑬ Patentinhaber:  
Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE  
  
⑭ Vertreter:  
Müller, T., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 81927 München

⑰ Erfinder:  
Herdeg, Wolfgang, Dr.rer.nat., 72141  
Walddorfhäslach, DE; Klos, Holger, Dr., 81541  
München, DE; Sattler, Martin, Dipl.-Ing., 97486  
Königsberg, DE; Heß, Sabine, 80469 München, DE;  
Wilhelm, Hans-Dieter, Dipl.-Ing., 61267  
Neu-Anspach, DE; Habrich, Jürgen, Dipl.-Ing.,  
63512 Hainburg, DE; Eck, Karl, Dipl.-Ing., 60318  
Frankfurt, DE; Keutz, Markus, Dipl.-Ing., 64380  
Roßdorf, DE; Zapp, Thomas, Dr.-Ing., 44265  
Dortmund, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 199 02 219 C1  
DE 197 04 888 A1  
EP 06 69 042 B1

⑤④ Vorrichtung zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran, sowie deren Verwendung

⑤⑦ Vorrichtung zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran, mit einer Sorptionseinrichtung (10) mit einem Akkumulatormaterial (21) zur Aufnahme und Abgabe von Feuchtigkeit mittels Sorption bzw. Desorption, wobei die Sorptionseinrichtung (10) derart an den Kathodenabgasstrom (20) und an die Gaszufuhr (30) einer Brennstoffzelle koppelbar oder gekoppelt ist, dass das Akkumulatormaterial (21) zeitlich wechselweise mit dem Kathodenabgasstrom (20) und mit der Gaszufuhr (30) in Kontakt gerät, dadurch gekennzeichnet, dass die Sorptionseinrichtung (10) in Form einer Drahttonne gestaltet ist.



DE 199 18 849 C 2

DE 199 18 849 C 2

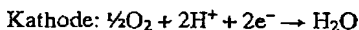
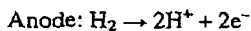
## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, sowie deren Verwendung nach Patentanspruch 7.

[0002] Eine Vorrichtung mit diesen Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 ist aus der DE 199 02 219 C1 bekannt.

[0003] In einer Brennstoffzelle wird durch eine chemische Reaktion Strom erzeugt. Dabei wird Brennstoff und Sauerstoff in elektrische Energie und Wasser als Reaktionsprodukt umgewandelt. Eine Brennstoffzelle bzw. PEM-Brennstoffzelle besteht im wesentlichen aus einer Anode, einer Membran und einer Kathode, die zusammen Membran-Elektroden-Einheit bzw. MEA genannt werden. Die Membran besteht aus porösem, elektrisch leitfähigem Material und ist zwischen der Anode und Kathode angeordnet um Ionen auszutauschen. Auf der Seite der Anode wird ein Brennstoff wie z. B. Wasserstoff oder Methanol zugeführt, während auf der Seite der Kathode Sauerstoff oder Luft zugeführt wird. An der Anode werden durch katalytische Reaktionen Protonen bzw. Wasserstoffionen erzeugt, die sich durch die Membran zur Kathode bewegen. An der Kathode reagieren die Wasserstoffionen mit dem Sauerstoff, und es bildet sich Wasser.

[0004] Die Reaktion an den Elektroden ist wie folgt:



[0005] Somit wird an den Elektroden Strom erzeugt, der einem Verbraucher zugeführt wird.

[0006] Derartige Brennstoffzellen sind aus vielfältigen Veröffentlichungen bekannt. Es besteht jedoch das Problem, daß die Membran bzw. die MEA feucht gehalten werden muß. Beim Austrocknen der Membran würde diese ihre Ionenleitfähigkeit verlieren, und die Brennstoffzelle wäre nicht mehr funktionsfähig.

[0007] In der US 5,432,020 wird daher vorgeschlagen, fein zerstäubtes Wasser mittels einer Einspritzdüse dem Gasstrom zur Brennstoffzelle hinzuzufügen. Dadurch wird die Membran gekühlt und feuchtgehalten. Ein Nachteil ist jedoch, daß ein zusätzlicher Wassertank notwendig ist und das Wasser z. B. durch eine Pumpe gefördert werden muß. Darüber hinaus muß das Wasser vor Einfrieren geschützt werden, was weitere Maßnahmen erforderlich macht.

[0008] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran bereitzustellen, womit die Membran einer Brennstoffzelle wirksam vor Austrocknen geschützt wird, ohne daß ein zusätzlicher Wassertank mitgeführt werden muß. Weiterhin soll eine Brennstoffzelle geschaffen werden, deren Membran auf kostengünstige und zuverlässige Weise feuchtgehalten wird.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran gemäß Patentanspruch 1, sowie die Verwendung dieser Vorrichtung nach Anspruch 7.

[0010] Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0011] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran umfaßt eine Sorptionseinrichtung mit einem Akkumulatorenmaterial zur Aufnahme und Abgabe von Wärme und Feuchtigkeit mittels Sorption, die derart an den Kathodenabgasstrom und an die Gaszufuhr, insbesondere Kathodengaszufuhr, einer Bren-

stoffzelle koppelbar oder gekoppelt ist, daß das Akkumulatorenmaterial zeitlich wechselweise mit dem Kathodenabgasstrom und mit der Gaszufuhr in Kontakt gerät.

[0012] Die Sorptionseinrichtung ist dabei in Form einer Drahttonne gestaltet.

[0013] Dadurch wird es möglich, die benötigte Feuchtigkeit dem Kathodenabgasstrom bzw. -abluftstrom zu entnehmen und auf den der Brennstoffzelle zugeführten Gasstrom nach Desorption zu übertragen, um damit die Membran-Elektroden-Einheit bzw. MEA zu befeuchten.

[0014] Vorteilhafterweise ist die Sorptionseinrichtung drehbar gelagert, um z. B. durch eine Rotationsbewegung die Feuchtigkeit zu übertragen. Dadurch kann das wechselweise Feuchtigkeit aufnehmende und abgebende Akkumulatorenmaterial zyklisch mit den jeweiligen Gasströmen in Kontakt geraten.

[0015] Die Vorrichtung kann mehrere voneinander getrennte Durchströmungsbereiche aufweisen, die bevorzugt segmentweise angeordnet sind. Dadurch kann das Akkumulatorenmaterial gleichmäßig und besonders wirksam mit der Feuchtigkeit beladen bzw. entladen werden.

[0016] Vorteilhafterweise ist die Sorptionseinrichtung radförmig oder zylindrisch, beispielsweise als Sorptionsrad ausgestaltet, in dem sich das Akkumulatorenmaterial befindet. Dadurch kann bei geringem konstruktiven Aufwand eine besonders wirksame und effektive Feuchtigkeitsübertragung erfolgen. Die Sorptionseinrichtung enthält ein Gewebe, insbesondere ein Textilgewebe, als Akkumulatorenmaterial. Diese Lösung ist besonders kostengünstig und wenig störanfällig.

[0017] Das Akkumulatorenmaterial umfaßt vorteilhafterweise ein feuchteabsorbierendes Granulat wie beispielsweise Silikagel, wodurch sich eine besonders hohe Speicherkapazität für die Feuchtigkeit und damit eine besonders große Wirksamkeit bei der Feuchteübertragung ergibt.

[0018] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Brennstoffzelle geschaffen, die eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Befeuchtung der Brennstoffzellenmembran aufweist.

[0019] Zur Erfindung gehört die Verwendung einer Vorrichtung zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran der vorbeschriebenen Ausgestaltung in Brennstoffzellen. Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft beschrieben, wobei die einzige Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Feuchtetauscher zeigt, der eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist.

[0020] Der in der Figur gezeigte Feuchtetauscher 1 besteht aus einem Sorptionsrad 10, das ein Akkumulatorenmaterial 21 in Form eines Granulats enthält. In der hier dargestellten Ausführungsform ist das Akkumulatorenmaterial 21 Silikagel, das zur Aufnahme von Feuchtigkeit besonders geeignet ist. Über erste Anschlußstücke 2a, 2b ist das Sorptionsrad 10 an den Kathodenabluftstrom bzw. Kathodenabgasstrom 20 einer Brennstoffzelle, die nicht dargestellt ist, gekoppelt. Weiterhin ist der Feuchtetauscher 1 bzw. das Sorptionsrad 10 über zweite Anschlußstücke 3a, 3b an einen Gaszufuhrstrom 30, der zur Brennstoffzelle führt, gekoppelt. In der hier gezeigten bevorzugten Ausführungsform ist der Gaszufuhrstrom 30 die Außenluft, die auf der Kathodenseite der Brennstoffzelle als Kathodenzuluft zugeführt wird.

[0021] Das Sorptionsrad 10 ist drehbar um seine Achse A gelagert, wobei die Drehachse A und die Richtungen des Kathodenabgasstroms 20 und des Gaszufuhrstroms 30 parallel zueinander verlaufen. Die Drehrichtung des Sorptionsrads ist durch den Pfeil B gekennzeichnet.

[0022] Das Sorptionsrad 10 hat eine erste Stirnseite 11 und eine zweite Stirnseite 12, die mit Öffnungen versehen sind um das Kathodenabgas bzw. die Kathodenabluft und

die Gaszufuhr zur Kathode hindurchzuführen. Die Öffnungen auf den beiden Stirnseiten 11, 12 des Feuchttauschers 1 sind dabei jeweils gegenüberliegend angeordnet, wobei auf jeder Seite des Sorptionsrads 10 eine Vielzahl von Öffnungen einen Kreis bilden. Der Radius des Kreises bzw. der Abstand der Öffnungen von der Drehachse A ist dabei so gewählt, daß bei einer Drehung des Sorptionsrads 10 die Öffnungen mit den sich jeweils gegenüberliegenden ersten und zweiten Anschlußstücken 2a, 2b, 3a, 3b zur Deckung kommen.

[0023] Die Anschlußstücke 2a, 2b, 3a, 3b müssen nicht notwendigerweise Teil des Feuchttauschers 1 sein, sondern können auch eine Kathodenabfuhrleitung bzw. eine Gaszufuhr zur Kathode sein, die jeweils an beiden Seiten 11, 12 des Sorptionsrads 10 bzw. Feuchttauschers 1 direkt anschließen.

[0024] Im Innenraum des Sorptionsrads 10 befindet sich eine Vielzahl von Kanälen, durch die im Betrieb die jeweiligen Gasströme geführt werden. Der Innenraum ist dabei so gestaltet, daß das Akkumulatormaterial 21 eine möglichst große Oberfläche bietet, um mit dem Kathodenabluftstrom bzw. mit dem Kathodenzuluftstrom oder allgemein mit dem Gasstrom zur Kathode in Kontakt zu stehen. Dies wird im vorliegenden Fall durch die Ausgestaltung des Akkumulatormaterials 21 als feinkörniges Granulat bewirkt, das im Betrieb vom jeweiligen Gasstrom durchsetzt wird.

[0025] Beim Betrieb des Sorptionsrads 10 wird ein erster Bereich 1a in seinem Innenraum von der warmen und feuchten Kathodenabfuhr der Brennstoffzelle durchsetzt. Während die feuchte Kathodenabfuhr durch den ersten Bereich 1a des Feuchttauschers 1 gefördert wird nimmt die Akkumulatormasse bzw. das Akkumulatormaterial 21, das sich im ersten Bereich 1a des Feuchttauschers befindet, durch Sorption Wärme und Feuchtigkeit aus dem Luftstrom auf. Dabei wird die feuchte Luft bzw. die Feuchtigkeit durch Akkumulatormaterial 21 im ersten Bereich 1a gebunden bzw. gespeichert.

[0026] Durch die rotierende Bewegung des Feuchttauschers 1 in Pfeilrichtung B wird der erste Bereich 1a, der die warme Luft und die Feuchtigkeit aufgenommen hat, zum Gaszufuhrstrom 30 bzw. zur Kathodenzuluft hin befördert. Während der Drehung des Feuchttauschers 1 geraten weitere Bereiche seines Innenraums mit der feuchten und warmen Kathodenabfuhr in Kontakt und nehmen ebenfalls Feuchtigkeit und Wärme auf. Die Kathodenabfuhr auf der stromabwärts des Feuchttauschers 1 gelegenen Seite ist daher relativ trocken und kalt im Vergleich zur Kathodenabfuhr vor Durchströmung des Feuchttauschers 1.

[0027] Während der erste Bereich 1a des Feuchttauschers 1 Wärme und Feuchtigkeit aufnimmt befindet sich ein zweiter Bereich 1b zwischen den zweiten Anschlußstücken 3a, 3b der Gaszufuhr zur Brennstoffzelle. Dieser Bereich 1b hat zuvor Wärme und Feuchtigkeit von der Kathodenabfuhr aufgenommen und wird nun von der Kathodenzuluft durchströmt. Die Kathodenzuluft ist z. B. Außenluft, die im Vergleich zur Kathodenabfuhr relativ trocken und kalt ist. Bei der Durchströmung des zweiten Bereichs 1b des Feuchttauschers 1 wird die Kathodenzuluft durch den Kontakt mit der Akkumulatormasse bzw. dem Akkumulatormaterial 21 erwärmt und nimmt die im Akkumulatormaterial 21 gespeicherte Feuchtigkeit auf. Das zur Brennstoffzelle hingeführte Gas ist daher nach Durchströmen des zweiten Bereichs 1b des Feuchttauschers 1 feucht und warm. Diese Feuchtigkeit wird nun der Membran bzw. der MEA der Brennstoffzelle zugeführt.

[0028] In einer anderen, hier grafisch nicht gezeigten Ausführungsform ist der Feuchttaauscher 1 eine aus Draht gefertigte Tonne, die z. B. ein Textilgewebe als Akkumula-

renmaterial enthält. Auch in diesem Fall wird durch Drehung der Tonne mittels Sorption der Kathodenabluftstrom entfeuchtet und durch anschließende Desorption der Kathodenzuluftstrom befeuchtet, so daß ein Austrocknen der Membran-Elektroden-Einheit verhindert wird.

[0029] Eine weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß der Feuchttaauscher 1 in Segmente unterteilt ist, die sternförmig um die Drehachse A angeordnet sind. Die Öffnungen der ersten Anschlußstücke 2a, 2b und der zweiten Anschlußstücke 3a, 3b, die an den Stirnseiten 11, 12 des Feuchttauschers 1 angeordnet sind, sind dabei an die Form der jeweiligen einzelnen Segmente angepaßt. Dadurch ergibt sich eine besonders gleichmäßige Strömung durch die verschiedenen Bereiche des Feuchttauschers 1.

[0030] Durch Kopplung des Feuchttauschers 1 an den Kathodenabluftstrom und an den Kathodenzuluftstrom der Brennstoffzelle 1 und durch das Prinzip der Feuchteübertragung mittels Sorption und Desorption kann auf aufwendige konstruktive Maßnahmen verzichtet werden. Allgemein beinhaltet Sorption die Aufnahme und Bindung von Gasen und Flüssigkeiten durch Feststoffe, wobei Energie gespeichert wird und bei Bedarf durch Desorption wieder freigesetzt werden kann. Diese Effekte werden hier in der Brennstoffzellentechnik, insbesondere für Automobile, eingesetzt.

[0031] Der in den Kathodenabluftstrom und in den Kathodenzuluftstrom geschaltete erfindungsgemäße Feuchttaauscher 1 läßt sich sehr kostengünstig realisieren und ist daher für die Serienfertigung besonders geeignet. Die MEA wird wirksam vor dem Austrocknen geschützt.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran, mit einer Sorptionseinrichtung (10) mit einem Akkumulatormaterial (21) zur Aufnahme und Abgabe von Feuchtigkeit mittels Sorption bzw. Desorption, wobei die Sorptionseinrichtung (10) derart an den Kathodenabgasstrom (20) und an die Gaszufuhr (30) einer Brennstoffzelle koppelbar oder gekoppelt ist, dass das Akkumulatormaterial (21) zeitlich wechselweise mit dem Kathodenabgasstrom (20) und mit der Gaszufuhr (30) in Kontakt gerät, dadurch gekennzeichnet, dass die Sorptionseinrichtung (10) in Form einer Drahttonne gestaltet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sorptionseinrichtung (10) drehbar gelagert ist, um die Feuchtigkeit durch eine Rotationsbewegung zu übertragen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sorptionseinrichtung (10) mehrere voneinander getrennte Durchströmungsbereiche (1a, 1b) aufweist, die bevorzugt segmentartig angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sorptionseinrichtung (10) ein Sorptionsrad ist, in dem sich das Akkumulatormaterial (21) befindet.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Sorptionseinrichtung (10) ein Gewebe, insbesondere ein Textilgewebe, als Akkumulatormaterial (21) enthält.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Akkumulatormaterial (21) ein feuchteabsorbierendes Granulat, insbesondere ein Silikagel, umfaßt.
7. Verwendung einer Vorrichtung zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran nach einem der Ansprüche

che 1 bis 6 in Brennstoffzellen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

